

- WRIGHT, S. (1917): Color inheritance in mammals. *J. Hered.* 8, 224—235.  
 — (1918): Color inheritance in mammals. IX. The dog. *J. Hered.* 9, 87—90.  
 YOUNG, ST. P.; GOLDMAN, E. A. (1964): *The Wolves of North America: I. Their history, life habits, economic status and control. II. Classification of wolves.* Inc. New York: Dover Publications.  
 ZIMEN, E. (1971): Vergleichende Verhaltensstudien an Wölfen und Pudeln. *Ethol. Studien.* München: Piper.  
 ZOLLITSCH, H. (1969): Metrische Untersuchungen an Schädeln adulter Wildwölfe und Goldschakale. *Zool. Anz.* 182, 153—182.

*Anschrift der Verfasserin:* Dr. CHRISTINE SCHLEIFENBAUM, Institut für Haustierrkunde, Neue Universität, D-23 Kiel, Olshausenstraße 40—60

## Vergleichend-anatomische Untersuchungen an der Vormagenschleimhaut von Rehwild (*Capreolus capreolus*) und Rotwild (*Cervus elaphus*)

Von R. R. HOFMANN<sup>1</sup>, G. GEIGER<sup>1</sup> und R. KÖNIG<sup>1</sup>

*Aus dem Fachbereich Veterinärmedizin (Vergleichende Anatomie der Haus- und Wildtiere) und dem Fachbereich Psychologie (Methodenlehre und Datenverarbeitung) der Justus-Liebig-Universität Gießen*

*Eingang des Ms. 15. 5. 1975*

### 1. Einleitung

Unter den Wildwiederkäuern Mitteleuropas kommt dem Reh- und Rotwild nach der Häufigkeit ihres zahlenmäßigen und örtlichen Vorkommens und nach ihrer ökologischen wie wirtschaftlichen Bedeutung die führende Stellung zu. Es wurde an anderer Stelle (HOFMANN und GEIGER 1974) bei der Besprechung der Topographie der Verdauungsorgane des Rehes bereits darauf hingewiesen, daß im Gegensatz zu den zahlreichen Veröffentlichungen auf dem Gebiet der Physiologie, Biochemie und Ernährungsphysiologie der europäischen Wildwiederkäuer detaillierte anatomische Beschreibungen des Verdauungstraktes bisher für keine dieser Arten vorliegen. Während Untersuchungen zur Topographie und funktionellen Anatomie des gesamten Rotwild-Verdauungstraktes sowie Einzeluntersuchungen am Kopfdarm, am Mittel- und Enddarm des Rehwildes in Vorbereitung sind, sollen die vorliegenden Untersuchungen ein Beitrag zu den bisher sehr lückenhaften Kenntnissen über die Struktur und die funktionelle Anpassung der Vormagenschleimhaut dieser beiden Wildarten sein.

<sup>1</sup> Mitglieder des Arbeitskreises für Wildbiologie und Jagdwissenschaft an der JLU Gießen.

Dabei liegt der Vergleich mit dem bereits eingehend untersuchten breiten Spektrum von Wildwiederkäuern aus Ostafrika (HOFMANN 1973) besonders nahe, bei dem die Gruppierung in drei deutlich unterscheidbare Äsungstypen Merkmale ergeben hat, die sich auf alle Wiederkäuer, und so auch auf die hier untersuchten Wildarten anwenden lassen.

Bereits MARTIN (1938) bemerkte, daß die Innenstrukturen der Vormägen bei den Hirschen nicht denen des Rindes entsprechen. Ohne weitere anatomische Angaben zu machen, führten GILL und JACZEWSKI (1958) Messungen am Verdauungsapparat von drei Rothirschen durch. BUBENIK (1959) findet, daß der Verdauungskanal beim Reh keine Besonderheiten aufweist und daß er beim Rotwild dem des Rehes entspricht, mit Ausnahme eines dritten Blindsackes. Dagegen macht LANGER (1973) zur Magenstruktur des Rotwildes einige, zu der des Rehes ausführlichere Angaben über Makro- und Mikrostruktur der Schleimhaut, sowie über den Muskelfaserverlauf. Außerdem hat LANGER (1974) beim Rehwild und Damwild Oberflächenmessungen an der Schleimhaut des Ruminoreticulum durchgeführt. Da weitere oder ähnliche morphologische Untersuchungen auch bei anderen Cervidenarten bisher nicht vorliegen, erschien eine systematische, vergleichende Untersuchung im Hinblick auf zahlreiche ungeklärte Fragen der Wildernährung auch aus prinzipiellen Gründen besonders angezeigt.

## 2. Material und Technik

Es wurden insgesamt 20 Mägen vom Rehwild (8 Mon. bis 10 Jahre) und 12 Mägen vom Rotwild (18 Mon. bis 5 Jahre) beiderlei Geschlechts untersucht, die zu unterschiedlichen Jahreszeiten (Sommer- und Winteräsung) erlegt worden sind. Außerdem wurde ein stehend formalinfixiertes Reh in die Untersuchungen mit einbezogen (HOFMANN und GEIGER 1974).

Sämtliche Mägen wurden kurze Zeit nach der Erlegung über den Oesophagus mit 6%igem Formalin mäßig gefüllt und anschließend in Formalin gleicher Konzentration eingelegt (kombinierte Füllungsfixation, HOFMANN 1969). Nach mehrtägiger Fixierung und Auffüllung bis zur vollen Entfaltung wurden Kapazitätsmessungen durchgeführt und das Ruminoretikulum anschließend über die *Curvatura dorsalis* sowie der Labmagen über die *Curvatura major* eröffnet. Der Mageninhalt wurde auf seine qualitative Zusammensetzung überprüft, das Schleimhautrelief aller Magenabteilungen makroskopisch untersucht und vermessen. An den bereits in früheren Untersuchungen näher bezeichneten homologen Stellen (HOFMANN 1969, 1973) wurden Schleimhautproben mit Hilfe einer Schablone von 5×7 cm aus der Magenwand herausgeschnitten und anschließend mit dem Leitz-Reprovit II a und der Leica M—3 in der

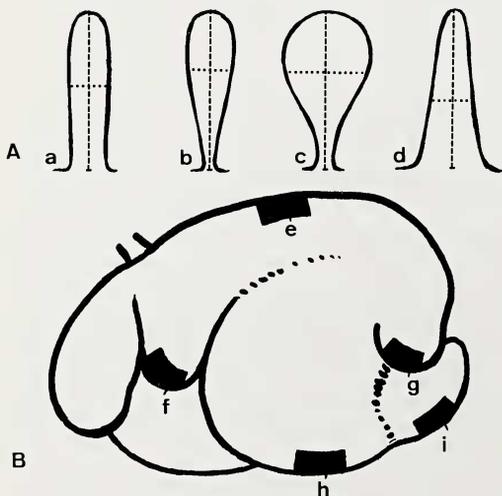


Abb. 1. A = Die 4 Hauptzotten-typen im Pansen von Reh- und Rotwild: a = bandförmiger, b = zungenförmiger, c = blattförmiger und d = spitzzulaufender Zotten-typ. Gepunktete Linie = Meßlinie für die mittlere Zottenbreite, gestrichelte Linie = Meßlinie für die Zottenlänge. B = Schleimhautent-nahmestellen: e = dorsaler Pan-sensack (Dorsalwand); f = Atrium ruminis; g = dorsaler Blindsack (Ventralwand); h = ventraler Pan-sensack (Ventralwand); i = ven-traler Blindsack (Ventralwand)

früher beschriebenen Weise fotografiert. Später wurden aus diesen Präparaten mit Hilfe einer Schablone von  $1 \times 1$  cm Proben für die Zottenzählung bzw. -ausmessung herausgestanzt.

Pro Meßfläche von  $1 \text{ cm}^2$  wurden mehrere (4—12) hinsichtlich Größe und Form repräsentative Zotten auf folgende Art und Weise vermessen (Abb. 1):

- a. Die Länge wurde auf  $\frac{1}{10}$  mm genau von der Zottenbasis bis zur Zottenspitze entlang der Mittellachse bestimmt.
- b. Die Breite wurde, da verschiedene Zottenformen auftraten, an der Stelle der mittleren Breite auf  $\frac{1}{10}$  mm genau gemessen.

Aus den verschiedenen Einzelmessungen wurde der mittlere Wert pro Testfläche für jede Region bei jedem Tier getrennt gebildet. Damit sind für die statistische Auswertung folgende primäre Meßwerte erfasst worden:

1. die Zottenzahl pro  $\text{cm}^2$  (ZZ),
2. die Zottenlänge in mm (ZL),
3. die Zottenbreite in mm (ZB).

Aus diesen direkt gemessenen Werten wurden folgende weitere Meßwerte abgeleitet:

4. die durchschnittliche Zottenoberfläche (ZO) in  $\text{mm}^2$  als Produkt jeweils aus Zottenlänge  $\times$  Zottenbreite  $\times$  2. Nicht berücksichtigt wurde dabei die Schmalseite einer Zotte, da diese im Verhältnis zur Breite der Zotte im Rahmen der Meßgenauigkeit keine wesentliche Änderung der Zottenoberfläche bewirkt;
5. die Oberfläche einer Region (RO) pro  $\text{cm}^2$ , gemessen in  $\text{mm}^2$  ergibt sich aus dem Produkt von Zottenoberfläche (ZO)  $\times$  Zottenzahl (ZZ);
6. der Oberflächenvergrößerungsfaktor (OVF) ergibt sich dann aus der Oberfläche pro  $\text{cm}^2$  + der Grundfläche von  $1 \text{ cm}^2$ , bezogen auf diese Grundfläche.

$$\text{OVF} = \frac{\text{RO} + 100}{100}$$

Für diese Meßwerte wurden nach Prüfung auf Normalität ihrer Verteilung die Mittelwerte, Streuung und Stichprobenfehler des Mittelwertes für die einzelnen Schleimhautregionen bestimmt. Die Unterschiede in den einzelnen Meßregionen bezüglich dieser sechs Meßwerte wurden mit dem t-Test für abhängige Gruppen auf Signifikanz geprüft.

Außerdem wurde von 3 Rehwild-Mägen und 2 Rotwild-Mägen histologisches Material entnommen und in gepuffertem Formalin bzw. Bouinscher Flüssigkeit einige Proben auch in dem EM-Fixierungsgemisch nach ITO-KARNOVSKY (1968) fixiert. Die Proben wurden entweder in Paraffin oder in Epon eingebettet. Die Paraffinschnitte wurden mit Hämatoxylin-Eosin, die Semidünnschnitte mit Toluidinblau bzw. mit Methyleneblau und basischem Fuchsin gefärbt. Die Photomikrographien wurden mit dem Leitz-Orthomat auf dem Laborlux hergestellt.

Das Material vom Rehwild stammt aus den Revieren Weidenhausen, Oberweidbach, Ruppertsburg, Speckswinkel und Streitberg in Hessen sowie Rödelsee, Iphofen und Hasloch in Unterfranken. Das Material vom Rotwild stammt aus den Revieren Gladenbach, Ludwigsegg, Bieber/Spessart, Krodorf, Bodenrod/Taunus, Salmünster und Kassel/Spessart in Hessen sowie aus dem Forstamt Aue (Fürstl. Wittgensteinsche Forstverwaltung).

Wir danken Frau KOGGE und den Herren Dr. H. KOGGE, OFM H. HOFMANN, FAR H. GOERSS, OF B. WALLMANN, Dr. W. KRUG, H. MÜLLER, Dr. E. WENK, W. MELBER, B. u. N. VERSCH, OF KÖHLER, OFM H. THOMĚ, OFM KREUTZER, Dr. F. BERGNER, OFM PAUL und OFM VON STEIN sowie T. HEINBACH und Herrn OFM LAUE für die bereitwillige Unterstützung bei der Beschaffung des Untersuchungsmaterials.

### 3. Makroskopische Befunde

#### 3.1. Außenstruktur

Am relativ kleinen Magen des Rehwildes (REW) ist die Reihenfolge der vier Magenabteilungen nach ihrer Kapazität die gleiche wie am relativ größeren Magen des Rotwildes (ROW), nämlich 1. Pansen, 2. Labmagen, 3. Netzmagen, 4. Blättermagen (Abb. 2). Bei drei Rehen erreichte der Netzmagen das gleiche Fassungsvermögen wie der Labmagen.

Die Gesamtkapazität des REW-Magens beträgt 4,2 — 5,5 Liter; davon entfallen auf das Ruminoretikulum 3,8 — 5,0 Liter, die entsprechenden Volumina des ROW-Magens betragen 13,3 — 24,8 bzw. 12,5 — 23,0 Liter.

Die kraniokaudale Ausdehnung des Ruminoretikulums beträgt beim REW 28,0 bis

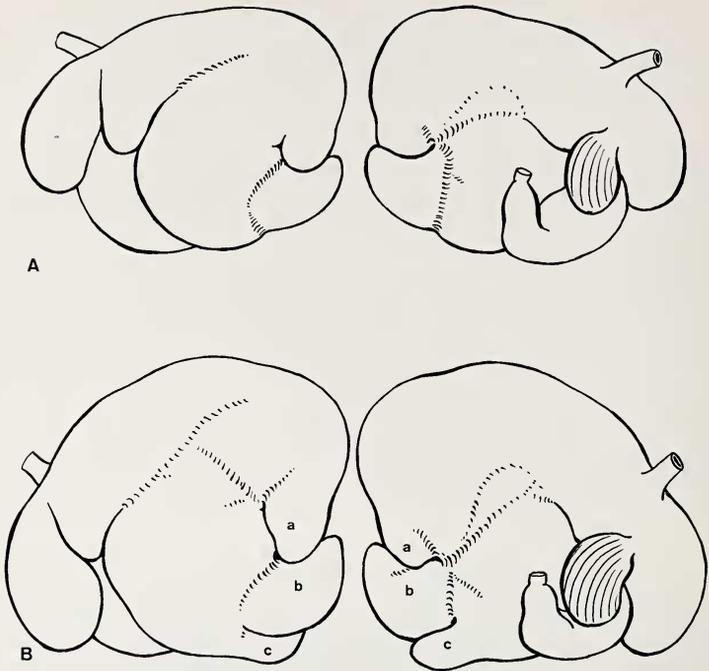


Abb. 2. Schematische Darstellung der Magenform von Reh- (A) und Rotwild (B) von links und rechts. a = dorsaler, b = linker ventraler, c = rechter ventraler Blindsack

34,5 cm, beim ROW 44,0 – 56,5 cm, die dorsoventrale Ausdehnung beim REW 22,0 bis 26,0 cm, beim ROW 37,0 – 53,0 cm. Bei beiden Arten ist die transversale Pansenausdehnung mit 10 – 13 cm bzw. 14,0 – 20,0 cm relativ schmal.

In der äußeren Form des Magens unterscheiden sich REW und ROW deutlich voneinander (Abb. 2). Der Magen des REW ist äußerlich durch Furchen weniger untergliedert als der des ROW. Die linke Längsfurche bleibt beim REW unverzweigt. Beim ROW zweigt sie kaudoventral eine Hilfsfurche ab, die in den Sulcus caudalis einmündet. Auf der rechten Seite sind die Furchen bei beiden Arten ähnlich angelegt. Die Kranzfurchen sind beim ROW tiefer eingeschnitten als beim REW, wo nur rechts die ventrale Kranzfurche sehr deutlich wird. Während beim REW die ursprüngliche Schlauchform des Magens noch erkennbar ist und der kurze dorsale Blindsack (4,0 bis 6,5 cm) den bis zu 9,5 cm langen ventralen Blindsack links lateral überlappt, sind beim ROW insgesamt drei konische Blindsäcke ausgebildet, wie das bereits von BUBENIK (1959) kurz erwähnt wurde. Dabei zeigt der deutlich abgesetzte (Kranzfurche) dorsale Blindsack mit seiner Spitze ventral, der linke ventrale dorsokaudal und der rechte ventrale kaudal. Bei beiden Arten werden besonders die Furchen der linken Seite von Muskelspangen überbrückt, und das muskulöse Hauben-Labmagen-Pansenband (HOFMANN 1969) ist kräftig ausgebildet (Abb. 8/h).

Der bohnenförmige Blättermagen ist beim ROW relativ größer als beim REW (28 bis 30%). Die absoluten Maße betragen 6,0 – 8,0 cm von Pol zu Pol beim REW, 11,0 – 15,0 cm beim ROW, die entsprechenden Höhenmaße sind 3,5 – 4,5 bzw. 4,5 bis 7,0 cm. Am Labmagen, der durch einen tiefeingeschnittenen Sulcus omasoabomasicus vom Blättermagen abgesetzt ist, läßt sich wie bei allen Wiederkäuern ein weiter Fundusteil von einem engen Pylorusteil unterscheiden.

### 3.2. Innenstruktur

#### 3.2.1. Retikulum

Der bei beiden Arten relativ große Netzmagen (Abb. 3) steht durch ein beim Reh vergleichsweise erheblich größeres Ostium ruminoreticulare (Abb. 8) mit dem Pansen in offener Verbindung (REW:  $5,5 \times 3,0$  cm, ROW:  $8,0 \times 4,5$  cm). Die Plica ruminoreticularis (Abb. 3/k) ist scharfrandig, besonders ausgeprägt beim ROW. Ihr freier Rand erscheint durch einen zottenfreien, pfeilerähnlichen Saum deutlich abgesetzt (Abb. 8). Beim REW ist die haubenseitige Lamelle der Plica stärker mit Resorptionszotten besetzt als beim ROW, wo diese ganz fehlen können.

Die Haubenschleimhaut (Abb. 4) ist zum größten Teil in Cellulae reticuli aufgeteilt, der Zottenanteil beschränkt sich bei beiden Arten auf ein kleines Gebiet im Bereich der Cardia. Die meist penta- bis hexagonalen Cellulae nehmen von dorsal nach ventral an Ausdehnung zu, beim REW bis zu  $12 \times 10$  mm, beim ROW bis zu  $25 \times 15$  mm. In der erschlafften, stärker gefüllten Haube erheben sich die Cristae reticuli beim REW kaum über das generelle Schleimhautniveau (0,5 – 0,7 mm), Sekundärleisten fehlen fast immer. Die Leisten und die Böden der Cellulae sind dicht mit schlanken, sehr spitzen Papillen besetzt, die sich bei der Kontraktion der Haube ineinander verzahnen (Abb. 4/B). Die Cristae reticuli sind beim ROW deutlicher abgesetzt und in der erschlafften Haube bis 1,5 mm hoch. Ihr freier Rand ist regelmäßig mit je einer Reihe von 1 – 2 mm langen, kegelförmigen Hornpapillen besetzt, ebenso die Böden der Cellulae. Die wenigen Sekundärleisten laufen im Zelleninnern aus (Abb. 4/C, D).



Abb. 3. Ruminoretikulum eines 7 Monate alten Rehes (stehend formalinfixiert) von der linken Seite präpariert. a = mediane Schnittfläche des Zwerchfells; b = Stumpf der 13. Rippe; c = Schaufelknorpel; d = Kniegelenk; e = Aorta; f = Oesophagus, vom Mediastinum bedeckt; g = Schnittfläche der Milz; h = Fundus reticuli; i = Sulcus reticuli; k, k = Plica ruminoreticularis; l = Atrium ruminis; m = A. ruminalis sinistra; n = kranialer Querpfeiler; o = rechter Längspfeiler; p = kaudaler Querpfeiler; q = ventraler Kranz-pfeiler; r = dorsaler Pansensack; s = dorsaler Blindsack; t = ventraler Blindsack; u = ventraler Pansensack, Recessus ruminis; v = Fundus abomasi mit Plicae spirales.

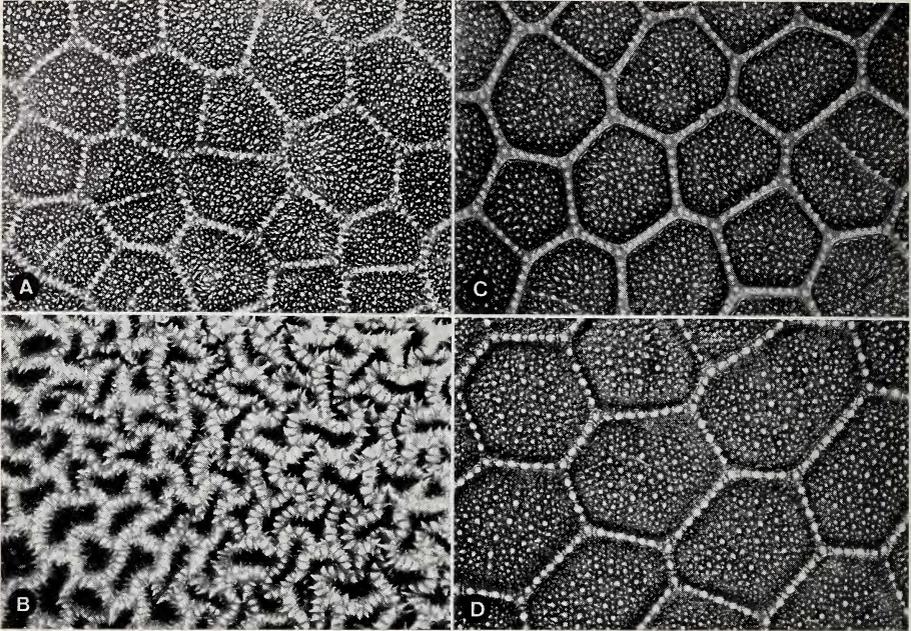


Abb. 4. Netzmagenschleimhaut (Cellulae reticuli) beim erwachsenen Reh- und Rotwild. A = Fundus reticuli; B = Fundus reticuli im Kontraktionszustand (Rehwild); C, D = Fundus reticuli (Rotwild)

Der bei beiden Arten gut entwickelte Sulcus reticuli (Abb. 3/i) hat beim REW zwischen Ostium cardiacum und Ostium reticulo-omasicum eine Länge von 7,0 bis 7,5 cm, beim ROW von 10,0 – 11,0 cm. Seine Lippen sind flach und 0,7 bzw. 1,0 cm breit, die rechte ist stärker hervorgewulstet. Der Fundus sulci reticuli ist von glatter kutaner Schleimhaut bedeckt, auf der vor allem beim ROW drei bis vier Längsleisten verlaufen.

### 3.2.2. Rumen

Der Pansen erscheint beim REW weniger gegliedert und gleichmäßiger von zottentragender Schleimhaut ausgekleidet als beim ROW (Abb. 3).

Die Pansenpfeiler sind beim ROW (Abb. 5/B) von einer stark verhornten, zottenlosen Schleimhaut bedeckt, die von der zottentragenden Schleimhaut deutlich abgesetzt ist. Demgegenüber sind die vergleichsweise schwachen, als kaum verdickte Wandduplikaturen erkennbaren Pfeiler des REW (Abb. 5/A, Abb. 8/e) stets von Zotten besetzt, wenn auch von reduzierter Länge, die meist kammartig angeordnet sind.

Dadurch hebt sich beim REW nur der das weite Ostium intraruminale (mittlerer Durchmesser  $10 \times 8,5$  cm) umgebende Pfeilerring und der gleichfalls ringförmige ventrale Kranzpfeiler deutlich ab (Abb. 3/q). Beim ROW mißt das Ostium intraruminale im Mittel  $19 \times 15$  cm. Der kraniale Querpfeiler ist beim REW bis 3 mm, beim ROW bis 10 mm dick. Während beim REW Hilfspfeiler fehlen, gabelt sich der kraniale Querpfeiler beim ROW rechts unter starker Verbreiterung in einen strebenartigen Hilfspfeiler und einen scharfrandigen rechten Längspfeiler auf, der seinerseits dorso-kaudal gegabelt ausläuft. Hilfs- und Längspfeiler sind kurz vor dem Übergang in den kaudalen Querpfeiler teilweise mit Zotten besetzt und lassen aus sich auch den ventralen Kranzpfeiler hervorgehen. Der kaudale Querpfeiler ist kurz und hat beim

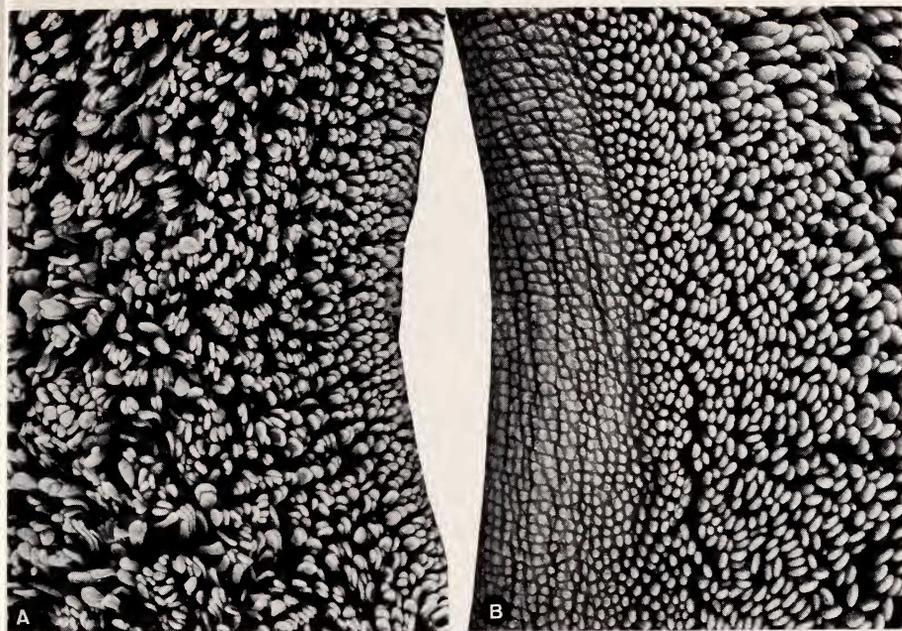


Abb. 5. Schleimhautrelief des kranialen Querpfeilers beim erwachsenen Rehwild (A) und beim erwachsenen Rotwild (B)

REW eine Dicke von 3 – 4 mm und beim ROW von 9 – 10 mm. Der dorsale Kranzpfleiler umfaßt beim REW nur in unmittelbarer Nähe des Querpfeilers von ventral her den Eingang zum dorsalen Blindsack, seine seitlichen Spangen sind kurz und von Zotten bedeckt. Der schmale dorsale Kranzpfleiler des ROW ist nur auf der Kaudal-seite von Zotten besetzt und umfaßt einen größeren Teil der Zugangsöffnung zum dorsalen Blindsack. Seine linke Spange teilt sich, der ventrale Ast dieser Gabelung vereinigt sich kranial mit dem linken Längspfeiler und begrenzt eine tiefe Nische, die von besonders dichten Resorptionszotten besetzt ist.

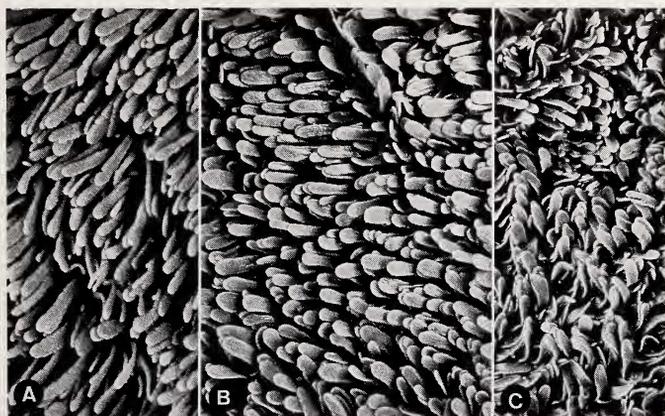


Abb. 6. Schleimhautrelief des dorsalen Pansensackes beim erwachsenen Rehwild. A, B = bei Sommerärsung, C = bei Winterärsung

Der ventrale Kranzpfeiler (Abb. 3/q) ist beim REW ein nahezu, beim ROW ein vollständig geschlossener Ring (Durchmesser 8 – 9 bzw. 11 – 13 cm). Beim REW trägt auch dieser Pfeiler kammartig angeordnete Zotten, beim ROW trägt nur der ventrale Abschnitt Zottenrudimente. Außerdem zweigt er beim ROW nach rechts Sekundärspangen ab, die den Eingang zum rechts gelegenen Nebenblindsack (Durchmesser 5 – 6 cm) stützen.

Die Schleimhaut des dorsalen Pansensacks ist beim REW stärker und gleichmäßiger mit Zotten besetzt als beim ROW. Bei beiden Arten ist jedoch das Atrium ruminis als die Hauptresorptionszone ausgewiesen (Abb. 3/1, Abb. 8).

Der ventrale Pansensack zeigt beim REW ebenfalls eine gleichmäßigere Verteilung der Zotten, während beim ROW eine Reduzierung im Ventralbereich deutlich wird und die Konzentration von dichtstehenden Resorptionszotten besonders in den Nischen nahe der Pfeiler ins Auge fällt.

Im Pansen von REW herrschen die auf Abb. 1 dargestellten Zottenformen vor, nämlich schmal-bandförmig (weitgehend gleichbleibende Breite), zungenförmig (mit gestielter Basis) und seltener blattförmig (mit breiter Fläche) und spitzzulaufend (mit breiter Basis). Beim ROW ist die letztere Zottenform häufig anzutreffen. Alle anderen Zottenformen kommen jedoch auch vor, wobei die bandförmigen manchmal als fili-forme Zotten auftreten und die blattförmigen keulenförmig werden können (Abb. 9/C und Abb. 12/A).

Die ausgewählten Schleimhautregionen sind aus Abb. 1 ersichtlich. Region 1 entspricht dem Gebiet der dorsalen Pansenwand (in der Mitte zwischen Sulcus ruminoreticularis und dorsalen Blindsack); Region 2 der Ventralwand des Atrium ruminis (nahe der Plica ruminoreticularis); Region 3 der Ventralwand des dorsalen Blind-

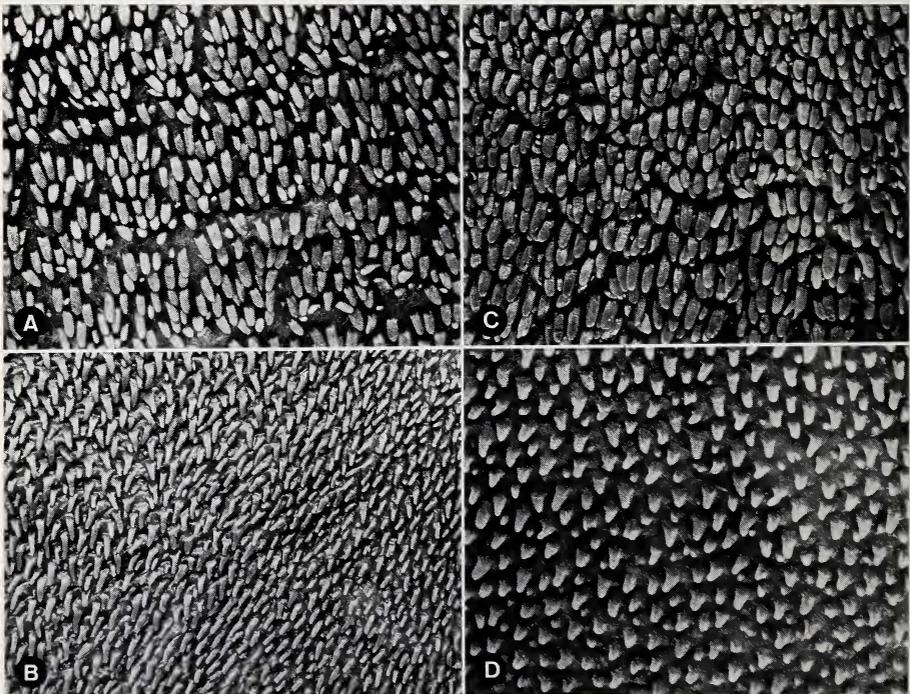


Abb. 7. Schleimhautrelief des dorsalen Pansensackes beim erwachsenen Rotwild. A, B, C = bei Sommerärsung, D = bei Winterärsung

Tabelle 1

Mittelwerte ( $\bar{X}$ ), Streuungen ( $S_X$ ) und Stichprobenfehler des Mittelwertes ( $S_{\bar{X}}$ )  
der Primärmeßwerte bei *Capreolus capreolus*

Gesamtgruppe N = 20

	Region	1	2	3	4	5
Zottenzahl	$\bar{ZZ}$	48,7	67,6	65,6	46,5	59,9
	$S_{ZZ}$	7,1	21,1	17,0	9,5	17,0
	$S_{\bar{ZZ}}$	1,6	4,7	3,8	2,1	3,8
Zottenlänge in mm	$\bar{ZL}$	4,41	5,62	3,56	4,05	3,70
	$S_{ZL}$	1,09	1,07	0,64	1,02	0,85
	$S_{\bar{ZL}}$	0,25	0,24	0,14	0,23	0,19
Zottenbreite in mm	$\bar{ZB}$	1,09	1,12	1,12	1,12	1,15
	$S_{ZB}$	0,30	0,23	0,28	0,30	0,30
	$S_{\bar{ZB}}$	0,07	0,05	0,06	0,07	0,07

Tabelle 2

Mittelwerte ( $\bar{X}$ ), Standardabweichungen ( $S_X$ ) und Stichprobenfehler des Mittelwertes ( $S_{\bar{X}}$ )  
der errechneten Meßwerte Zottenoberfläche (ZO) und Regionenoberfläche (RO)  
bei *Capreolus capreolus* für alle 5 Regionen

Gesamtgruppe N = 20; alle Oberflächenstatistiken in mm<sup>2</sup>

	Region	1	2	3	4	5
Oberfläche einer Zotte	$\bar{ZO}$	9,8	12,8	8,1	9,2	8,5
	$S_{ZO}$	4,2	4,2	3,4	4,0	2,8
	$S_{\bar{ZO}}$	0,94	0,95	0,75	0,89	0,62
Oberfläche pro cm	$\bar{RO}$	477,9	859,5	527,8	410,9	507,7
	$S_{RO}$	223,2	406,8	226,3	131,2	233,0
	$S_{\bar{RO}}$	49,9	91,0	50,6	29,3	52,1
Oberflächenver- größerungsfaktor	$\bar{OV}$	5,8	9,6	6,3	5,1	6,1
Vertrauensinter- vall für mittlere Oberflächenver- größerung (95 %)	obere Grenze	6,8	11,4	7,3	5,7	7,1
	untere	4,8	7,8	5,3	4,5	5,1

sackes; Region 4 der ventralen Pansenwand (Mitte); Region 5 der Ventralwand des ventralen Blindsackes.

Die statistische Auswertung für die Gesamtgruppe des REW ( $N = 20$ ) erbrachte für die drei primären Merkmale die in Tabelle 1 dargestellten Mittelwerte und Streuungen.

Die entsprechenden Daten für die abgeleiteten Meßwerte sind in Tabelle 2 zusammengestellt.

Beim REW finden sich an der Dorsalwand des Pansens (Region 1) mäßig dicht stehende band- und zungenförmige Zotten (Abb. 6). Dagegen ist das Atrium ruminis (Region 2) mit besonders dichtstehenden, langen Zotten besetzt, bei denen die Bandform, seltener auch die Zungenform vorherrscht (Abb. 9/A). Ähnlich ist die Dichte und die Form der Zotten im dorsalen Blindsack (Region 3). Die meist bandförmigen Zotten (Abb. 10/A u. C) sind jedoch relativ kurz. In mittlerer Höhe des Pansens erfolgt beim REW ein unmerklicher, allmählicher Übergang zur Ventralregion, für die die Region 4 als typisch angesehen wird. Hier stehen die meist band- oder zungenförmigen Zotten mit seitlichen Einkerbungen (Abb. 11) lichter als in den anderen vier Regionen. Ein dichterer Besatz mit relativ kurzen, bandförmigen Zotten (Abb. 10/B u. D) findet sich im ventralen Blindsack (Region 5).

Die Prüfung auf signifikante Unterschiede des Zottenbesatzes in den einzelnen Regionen des REW bezüglich der primären Meßwerte ist in Tabelle 3, die der abgeleiteten Meßwerte in Tabelle 4 dargestellt. Sie erbringt mit Ausnahme der Zottenbreite hochsignifikante Unterschiede zwischen den einzelnen Regionen. Folglich finden sich im Atrium ruminis (Region 2) die längsten und zahlreichsten Zotten. Daraus folgt weiterhin, daß sowohl die mittlere Oberfläche der einzelnen Zotte wie die Gesamtoberfläche bzw. der OVF hochsignifikant größer als in allen anderen Meßregionen sind. (Zur besseren Übersicht werden sowohl die mittleren Werte wie die Signifikanzverhältnisse in den Tabellen 5 und 6 dargestellt.) Bemerkenswert ist, daß die Variation des OVF in den einzelnen Regionen auf unterschiedlicher Zottenzahl und -länge, nicht aber auf unterschiedlicher Zottenbreite basiert. Dadurch wird, wie bereits erwähnt,

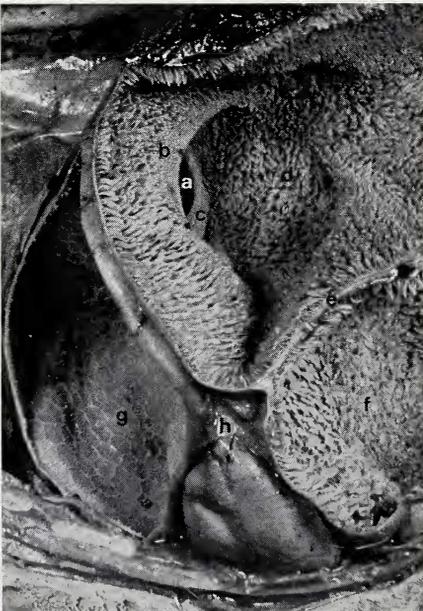


Abb. 8. Atrium ruminis eines 7 Monate alten Rehes (stehend formalinfixiert) von links. a = Ostium ruminoreticulare; b = linker zottentragender Teil; c = freier scharfer Rand der Plica ruminoreticularis; d = Atrium ruminis; e = Schnittfläche des kranialen Pansenpfeilers; f = Recessus ruminis; g = Fundus reticuli; h = Dreiblindmagenband

Tabelle 3

Prüfung der Unterschiede in der Bezottung bei 5 Pansenregionen hinsichtlich Zahl und Länge der Zotten bei *Capreolus capreolus*

t-Test für abhängige Gruppen, N = 20

	Region	1	2	3	4	5
Zottenzahl (ZZ)	1	-	.001	<.001	.303	.009
	2	-3.7	-	.727	<.001	.133
	3	-4.7	0.4	-	<.001	.164
	4	1.1	4.4	5.3	-	<.001
	5	-2.9	1.6	1.4	-4.6	-
Zottenlänge (ZL)	1	-	<.001	.001	.048	.006
	2	-6.7	-	<.001	<.001	<.001
	3	4.2	8.0	-	.019	.430
	4	2.1	6.7	-2.6	-	.098
	5	3.1	6.6	-0.8	1.7	-
Zottenbreite (ZB)	Bei der Zottenbreite ergaben sich keine signifikanten Unterschiede					
In der linken Matrixhälfte sind die t-Werte, rechts der Diagonalen ist die entsprechende Wahrscheinlichkeit p(t) eingetragen.						

Tabelle 4

Prüfung der Unterschiede in der Bezottung der 5 Pansenregionen hinsichtlich mittlerer Zottenoberfläche (ZO) und Oberfläche pro cm<sup>2</sup> (RO) bei *Capreolus capreolus*

t-Test für abhängige Gruppen, N = 20

	Region	1	2	3	4	5
mittlere Zottenoberfläche (ZO)	1	-	.004	.030	.464	.059
	2	-3.3	-	<.001	.002	<.001
	3	2.3	4.5	-	.137	.632
	4	0.7	3.6	-1.6	-	.328
	5	2.0	4.4	-0.5	1.0	-
Oberfläche der Bezottung pro cm <sup>2</sup> (RO)	1	-	<.001	.318	.173	.584
	2	-4.5	-	.001	<.001	<.001
	3	-1.0	4.0	-	.015	.728
	4	1.4	5.1	2.7	-	.038
	5	-0.6	4.5	0.4	-2.2	-
In der linken Matrixhälfte sind die t-Werte, rechts der Diagonalen ist die entsprechende Wahrscheinlichkeit p(t) eingetragen.						

Tabelle 5

Rangreihe der 5 Pansenregionen bei *Capreolus capreolus* hinsichtlich Zottenzahl und Zottenlänge

Mittelwerte für die Gesamtgruppe, N = 20

Rangplatz	Nr. der Regionen	Mittlere Zottenzahl
1.	2	67.5
2.	3	65.5
3.	5	59.5
4.	1	48.7
5.	4	46.5

Rangplatz	Nr. der Regionen	Mittlere Zottenlänge in mm
1.	2	5.62
2.	1	4.42
3.	4	4.05
4.	5	3.70
5.	3	3.56

Die durch Linien verbundenen Regionen unterscheiden sich nicht signifikant, alle anderen Paarungen, die nicht mit einer Klammer verbunden sind, zeigen signifikante Unterschiede.

Tabelle 6

Rangreihe der 5 Pansenregionen hinsichtlich der mittleren Zottenoberfläche (ZO) und der Oberfläche pro cm<sup>2</sup> (RO) bei *Capreolus capreolus*

Mittelwerte für die Gesamtgruppe, N = 20

Rangplatz	Nr. der Region	Mittlere Zottengoberfläche in mm
1.	2	12.76
2.	1	9.81
3.	4	9.22
4.	5	8.49
5.	3	8.12

Rangplatz	Nr. der Region	Oberfläche der Meißregionen pro cm <sup>2</sup> (RO) in mm
1.	2	859.5
2.	3	527.8
3.	5	507.7
4.	1	477.9
5.	4	410.9

Die durch Linien verbundenen Regionen unterscheiden sich statistisch nicht, alle anderen Paarungen, die nicht mit einer Klammer verbunden sind, zeigen signifikante Unterschiede.

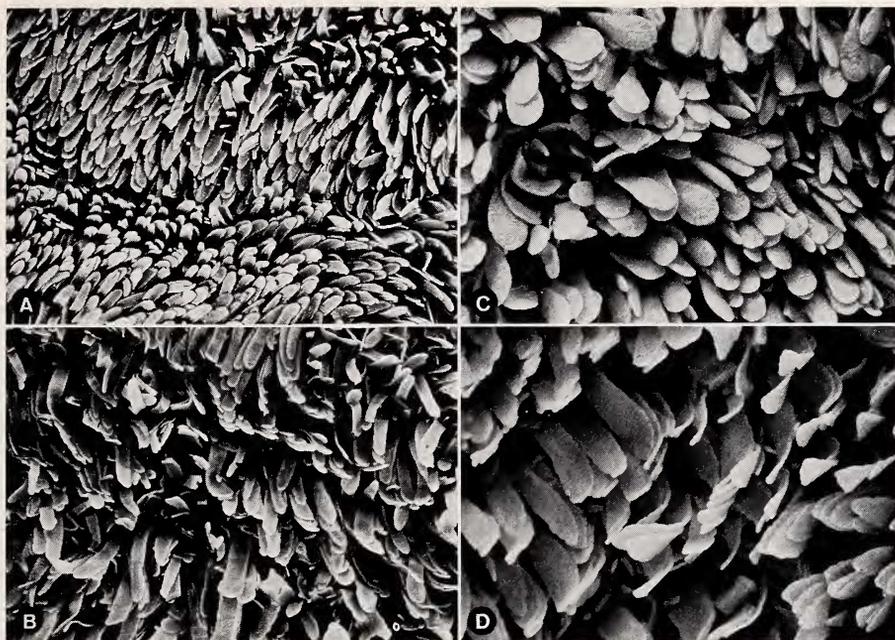


Abb. 9. Schleimhautrelief des Atrium ruminis beim erwachsenen Reh- und Rotwild. A = bei Sommeräsung (Rehwild); B, C = bei Winteräsung, D = bei Sommeräsung (Rotwild)

bei der Betrachtung des Rehpanzens in der Übersicht der Eindruck eines sehr einheitlichen Zottenbesatzes erweckt (Abb. 3). Aus Tabelle 6 wird jedoch ersichtlich, daß z. B. die resorptive Oberfläche in Region 2 mehr als doppelt so groß ist als in Region 4 und immer noch um 60 – 80% größer ist als in den anderen Regionen.

Die statistische Auswertung für die Gesamtgruppe des ROW ( $N = 12$ ) erbrachte für die drei primären Merkmale die in Tabelle 7 dargestellten Mittelwerte und Streuungen. Die dazugehörigen Signifikanzwerte sind aus Tabelle 9 ersichtlich, während die entsprechenden Ergebnisse für die abgeleiteten Merkmale in Tab. 8 und 10 aufgeführt sind.

Beim ROW sind die Zotten an der Dorsalwand (Region 1) extrem kurz und spitzzulaufend mit breiter Basis (Abb. 7). Zottenform und -länge dieser Region unterliegen jahreszeitlichen Schwankungen unter dem Einfluß wechselnder Äsung, auf die an anderer Stelle eingegangen werden soll. In der Region 2 (Atrium ruminis) treten zungen- und blattförmige Zotten am häufigsten auf (Abb. 9/B, C, D), die nicht selten eingekerbt und bedeutend länger und breiter als die Zotten der anderen Regionen sind. Die Zottenzahl ist hier jedoch nicht wesentlich größer. Im dorsalen Blindsack (Region 3) finden sich bandförmige und spitzzulaufende Zotten (Abb. 10/E, G), die nach Länge und Breite an zweiter Stelle im Rotwildpanzen stehen. Zotten dieser Größe herrschen in der mittleren Höhe des ROW-Pansens besonders auch in den früher erwähnten Pfeilernischen vor. Diese Zone ist damit deutlich abgesetzt gegen die Ventralregion, wo sich an der Ventralwand (Region 4) kurze, besonders schmale band- bis fadenförmige Zotten finden (Abb. 12). Auffällig wenige Zotten mittlerer Größe, meist schmal-bandförmig oder spitzzulaufend (Abb. 10/F, H) stehen im ventralen Blindsack (Region 5).

Die Tabellen 11 und 12 informieren zusammenfassend über die Rangfolgen der einzelnen Regionen nach erfaßten Merkmalen. Als besonders bemerkenswert muß

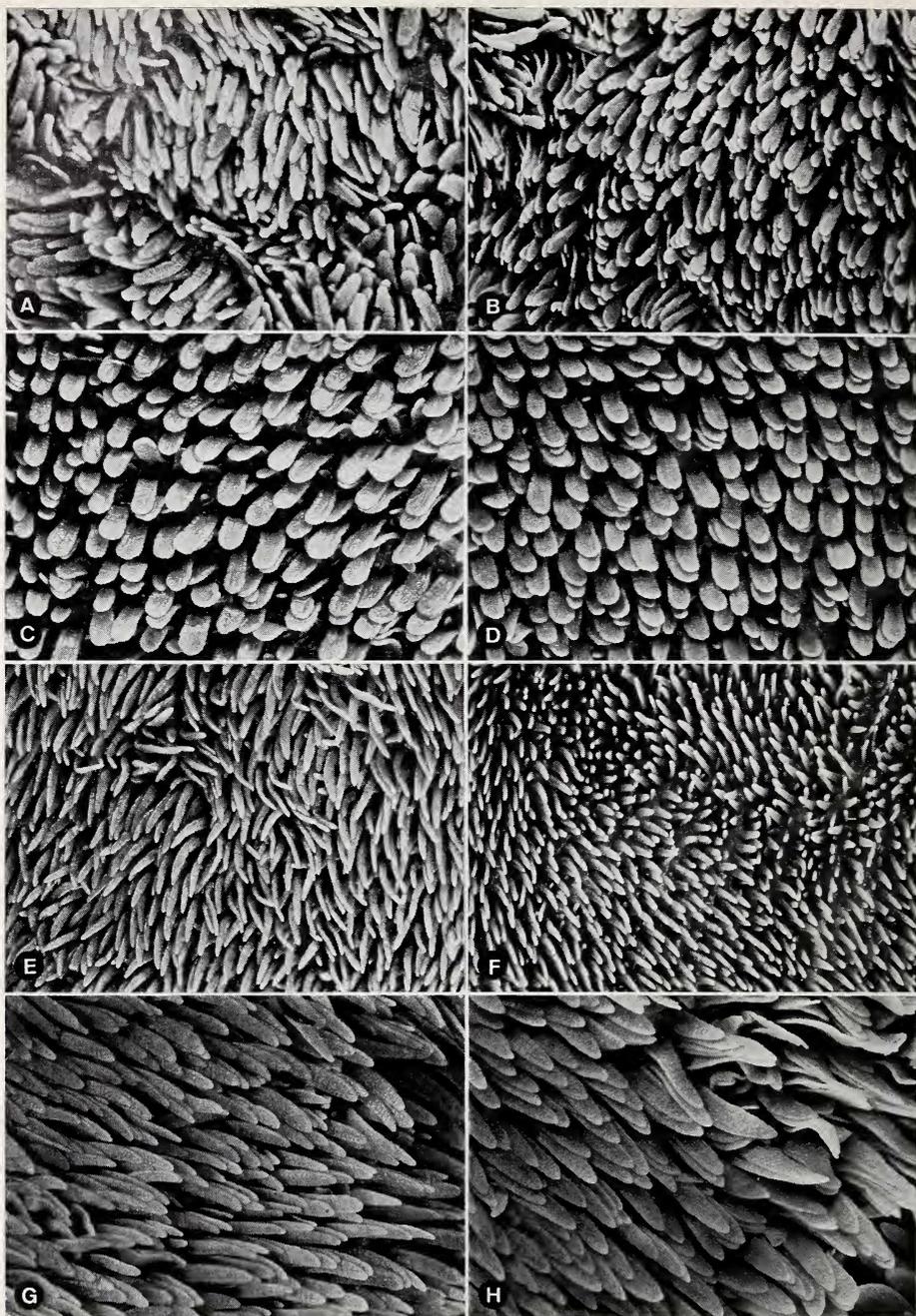


Abb. 10. Schleimhautrelief der Blindsäcke beim erwachsenen Reh- und Rotwild. A — D = beim Rehwild: A = dorsaler Blindsäcke (Sommerärsung); B = ventraler Blindsäcke (Winterärsung); C = dorsaler, D = ventraler Blindsäcke (Sommerärsung)  
E — H = beim Rotwild: E = dorsaler, F = ventraler Blindsäcke (Winterärsung); G = dorsaler, H = ventraler Blindsäcke (Sommerärsung)

Tabelle 7

Mittelwerte ( $\bar{X}$ ), Standardabweichung ( $S_X$ ) und Stichprobenfehler des Mittelwertes ( $S_{\bar{X}}$ ) der Primärmeßwerte Zahl, Länge und Breite der Zotten in allen 5 Meßregionen bei *Cervus elaphus*

Gesamtgruppe N = 12

	Region	1	2	3	4	5
Zottenzahl	$\bar{ZZ}$	45,3	48,0	46,1	47,8	38,6
	$S_{ZZ}$	10,0	15,1	11,1	13,5	8,6
	$S_{\bar{ZZ}}$	2,9	4,4	3,2	3,9	2,5
Zottenlänge in mm	$\bar{ZL}$	2,84	10,27	6,88	3,84	5,66
	$S_{ZL}$	0,77	2,22	2,38	2,29	2,16
	$S_{\bar{ZL}}$	0,22	0,64	0,69	0,66	0,62
Zottenbreite in mm	$\bar{ZB}$	1,12	1,84	1,18	0,75	0,97
	$S_{ZB}$	0,32	0,68	0,61	0,41	0,27
	$S_{\bar{ZB}}$	0,09	0,20	0,18	0,12	0,08

Tabelle 8

Mittelwerte ( $\bar{X}$ ), Standardabweichungen ( $S_X$ ) und Stichprobenfehler des Mittelwertes ( $S_{\bar{X}}$ ) bei den errechneten Meßwerten = mittlere Zottenoberfläche (ZO) und Regionenoberfläche (RO) pro cm<sup>2</sup> bei *Cervus elaphus* für alle 5 Meßregionen

Gesamtgruppe, N = 12; alle Oberflächenangaben in mm<sup>2</sup>

	Region	1	2	3	4	5
Oberfläche einer Zotte	$\bar{ZO}$	6,3	40,0	18,1	6,9	11,5
	$S_{ZO}$	2,3	21,7	13,7	8,5	6,3
	$S_{\bar{ZO}}$	0,66	6,27	3,95	2,44	1,82
Oberfläche pro cm <sup>2</sup>	$\bar{RO}$	272,2	1801,0	740,8	274,3	414,5
	$S_{RO}$	78,3	1122,6	464,2	281,6	203,3
	$S_{\bar{RO}}$	22,6	324,1	134,0	81,3	58,7
Oberflächenver- größerung	$\bar{OV}$	3,7	19,0	8,4	3,7	5,1
Vertrauensinter- vall für mittlere Oberflächenver- größerung (95 %)	obere Grenze	4,2	25,4	11,0	5,3	6,3
	untere	3,3	12,7	5,8	2,1	4,0

Tabelle 9

Prüfung der Unterschiede in der Bezottung bei 5 Pansenregionen hinsichtlich Zahl, Länge und Breite der Zotten bei *Cervus elaphus*

t-Test für abhängige Gruppen, N = 12

	Region	1	2	3	4	5
Zottenzahl (ZZ)	1	-	.529	.685	.468	.009
	2	-0.7	-	.642	.968	.079
	3	-0.4	0.5	-	.644	.032
	4	-0.8	0.0	0.5	-	.004
	5	3.2	1.9	2.5	3.6	-
Zottenlänge (ZL)	1	-	<.001	<.001	.107	<.001
	2	-12.1	-	<.001	<.001	<.001
	3	-6.0	5.3	-	.001	.028
	4	-1.8	8.3	4.8	-	.001
	5	-5.0	7.2	2.5	-4.6	-
Zottenbreite (ZB)	1	-	.002	.699	.024	.136
	2	-4.0	-	.003	<.001	<.001
	3	-0.4	3.7	-	.024	.160
	4	2.6	8.2	2.6	-	.070
	5	1.6	5.4	1.5	-2.0	-

In der linken Matrixhälfte sind die t-Werte, rechts der Diagonalen ist die jeweils entsprechende Wahrscheinlichkeit p(t) eingetragen.

Tabelle 10

Prüfung der Unterschiede in der Bezottung der 5 Pansenregionen hinsichtlich mittlerer Zottenoberfläche (ZO) und Oberfläche pro cm<sup>2</sup> (RO) bei *Cervus elaphus*

t-Test für abhängige Gruppen, N = 12

	Region	1	2	3	4	5
mittlere Zottenoberfläche (ZO)	1	-	<.001	.011	.802	.011
	2	-5.6	-	.001	<.001	<.001
	3	-3.1	4.6	-	.022	.054
	4	-0.3	6.1	2.7	-	.043
	5	-3.0	5.4	2.2	2.3	-
Oberfläche der Bezottung pro cm <sup>2</sup> (RO)	1	-	.001	.006	.979	.029
	2	-4.7	-	.001	<.001	.001
	3	-3.4	4.5	-	.004	.016
	4	-0.0	5.3	3.7	-	.116
	5	-2.5	4.5	2.8	-1.7	-

In der linken Matrixhälfte sind die t-Werte, rechts der Diagonalen ist die entsprechende Wahrscheinlichkeit p(t) eingetragen.

Tabelle 11

Rangreihe der 5 Pansenregionen hinsichtlich Zottenzahl, Zottenlänge und Zottenbreite bei *Cervus elaphus*

Mittelwerte für die Gesamtgruppe, N = 12

Rangplatz	Nr. der Region	Zottenzahl (ZZ)
1.	2	48.0
2.	4	47.8
3.	3	46.1
4.	1	45.3
5.	5	38.6

Rangplatz	Nr. der Region	Mittlere Zottenlänge (ZL) in mm
1.	2	10.28
2.	3	6.88
3.	5	5.66
4.	4	3.84
5.	1	2.84

Rangplatz	Nr. der Region	Mittlere Zottenbreite (ZB) in mm
1.	2	1.84
2.	3	1.18
3.	1	1.12
4.	5	0.97
5.	4	0.75

Durch Linien verbundene Regionen unterscheiden sich statistisch nicht signifikant, alle anderen Paarungen, die nicht mit einer Klammer verbunden sind, zeigen signifikante Unterschiede.

Tabelle 12

Rangreihe der 5 Pansenregionen hinsichtlich der mittleren Zottenoberfläche (ZO)  
und der Oberfläche pro cm<sup>2</sup> (RO) bei *Cervus elaphus*

Mittelwerte für die Gesamtgruppe, N = 12

Rangplatz	Nr. der Region	Mittlere Zottenoberfläche (ZO) in mm <sup>2</sup>
1.	2	40.0
2.	3	18.1
3.	5	11.5
4.	4	6.9
5.	1	6.3

Rangplatz	Nr. der Region	Oberfläche der Meßregionen pro cm <sup>2</sup> (RO) in mm <sup>2</sup>
1.	2	1801.0
2.	3	740.8
3.	5	414.5
4.	4	274.3
5.	1	272.2

Die durch Linien verbundenen Regionen unterscheiden sich statistisch nicht, alle anderen Paarungen, die nicht mit einer Klammer verbunden sind, zeigen signifikante Unterschiede.

hervorgehoben werden, daß die Zottenzahl mit Ausnahme der Region 5 homogen ist, dagegen Zottenbreite und insbesondere Zottenlänge in allen Regionen stark variieren, worauf der Eindruck eines sehr ungleichmäßigen Zottenbesatzes im Pansen des ROW beruht, aus dem sich die mittlere Zone besonders hervorhebt. Tatsächlich variiert auch der OVF von 3,7 an der Dorsal- und Ventralwand (Reg. 1 u. 4) bis zu einem OVF von 19 im Atrium ruminis um mehr als das Fünffache (Tabelle 8).

### 3.2.3. Omasum

Im Blättermagen des REW finden sich nur zwei Größen von Laminae omasi, die maximal 3,5 bzw. 1,6 cm breit sind. Zwischen 8 – 12 Blättern I. Ordnung und 9 bis 12 Blättern II. Ordnung finden sich außerdem noch 14 – 20 Schleimhautfalten ohne Muskelgrundlage, die 0,3 – 0,5 cm hoch sein können. Die Blätter beginnen mit wulstigen „Stielen“ am Ostium reticulo-omasicum (Abb. 13/C), wo sie mit langen, kralenförmigen Hornpapillen besetzt sind. Die gesamte Oberfläche der Laminae omasi

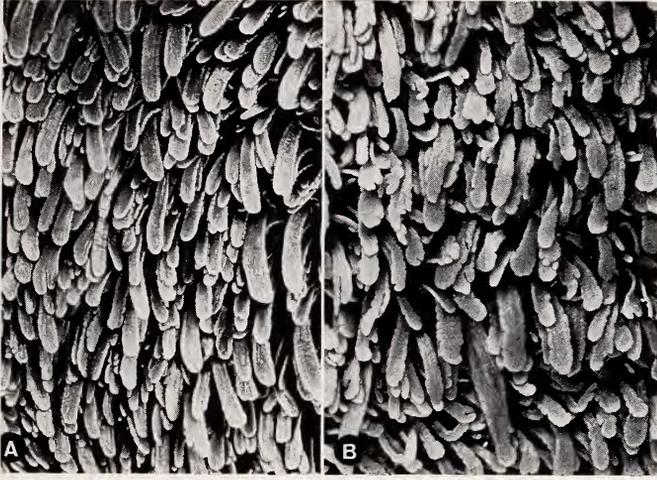


Abb. 11. Schleimhautrelief des ventralen Pansensackes beim erwachsenen Rehwild. A = bei Winterärsung; B = bei Sommerärsung

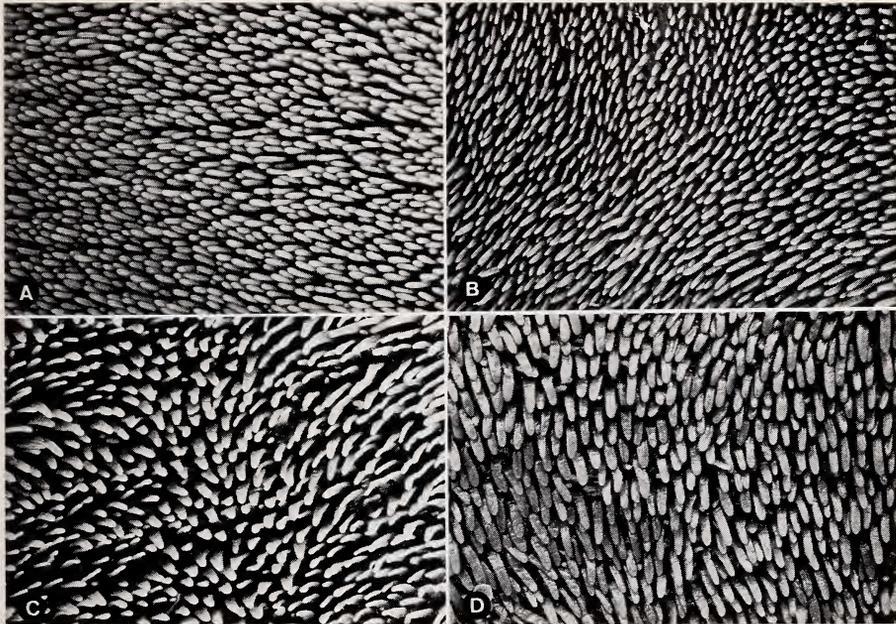


Abb. 12. Schleimhautrelief des ventralen Pansensackes beim erwachsenen Rotwild. A = bei Sommerärsung (im Kontraktionszustand); B = bei Sommerärsung; C, D = bei Winterärsung

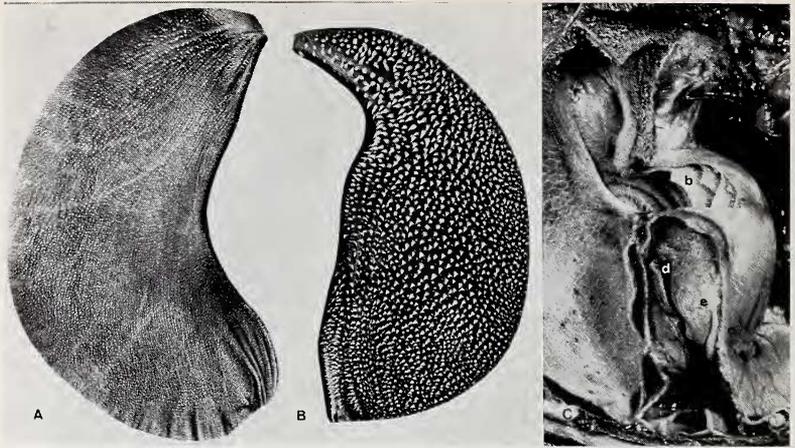


Abb. 13. Schleimhautrelief des Blättermagens. A = Lamina omasi I. Ordnung vom Rotwild; B = Lamina omasi I. Ordnung vom Rehwild; C = Blättermagen eines 7 Monate alten Rehens in situ von links eröffnet: a = Ostium reticulo omasicum; b = Lamina omasi I. Ordnung; c = distaler Psalterpol; d = Ostium omasoabomasicum; e = Labmagenseite des kaudalen Psaltersegels

ist ebenfalls dicht von spitzen Hornpapillen bedeckt, die distal an Größe etwas abnehmen (Abb. 13/B). Die Recessus interlaminares sind entsprechend weit. Dagegen lassen sich die viel zahlreicheren Laminae im Blättermagen des ROW in drei Größen einteilen. Die 10 – 12 Blätter I. Ordnung sind maximal 6 cm breit, 9 – 11 Blätter II. Ordnung sind bis 5 cm breit und 16 – 18 Blätter III. Ordnung sind bis 3 cm breit. Zwischen diesen durchweg sehr dünnen Laminae omasi ordnet sich eine unterschiedlich große Zahl (15 – 26) von Schleimhautfalten an, deren Höhe zwischen 0,2 und 1,2 cm schwankt. Die Laminae omasi beginnen in einer auffällig glatten Erweiterung des Canalis omasi („Vestibulum“), wo ihre „Stiele“ nur wenige stumpfe Hornpapillen tragen. Die Seitenflächen der scharfrandigen Blätter (Abb. 13/A) sind ebenfalls nur von stumpfen, abgerundeten Hornwärtchen bedeckt, die sich distal weitgehend verlieren können. Die zwischen den teilweise in Reihen, manchmal auch auf Schleimhautfalten angeordneten Papillen gelegene interpapilläre Mucosa ist nicht oder nur wenig verhornt.

Alle echten Blätter laufen distal in der Kommissur der Psaltersegel (Vela abomasica) aus. Die Segel sind bei beiden Arten labmagenseitig ganz von Drüsen-schleimhaut bedeckt (Abb. 13/C), die beim REW stärker (bis 6 mm) auf die Blättermagenseite übergreift als beim ROW, wo sich nur ein 2 – 3 cm breiter Demarkations-Saum („Margo plicatus“) findet. Bei beiden Arten laufen die Seitenfalten des Sulcus omasi tangential auf der Psalterseite der Segel aus, während sich von der Labmagenseite die Begrenzungsfalten des Sulcus abomasi erheben. Die Pila omasi („Buchbrücke“) ist bei beiden Arten relativ kurz (REW 1,8 – 2,0 cm, ROW 6,0 – 6,5 cm), beim ROW ist sie jedoch relativ breiter und muskelstärker.

#### 4. Mikroskopische Befunde

Die Untersuchung der Mikroarchitektur von Zotten, Haubenleisten und Pansenblättern beider Arten ergibt zunächst grundsätzliche Ähnlichkeiten mit den entsprechenden

Strukturen der Hauswiederkäuer, insbesondere der Ziege, wie sie von SCHNORR und VOLLMERHAUS (1968) und von SCHNORR (1970) beschrieben werden.

#### 4.1. Pansenzotten

Die schmalen Pansenzotten von REW und ROW unterscheiden sich auch histologisch von den blattförmigen, breiten Zotten (Abb. 14) durch die besondere Anordnung des Gefäßapparates im Propria-Bindegewebe, ähnlich wie die entsprechenden Gebilde bei afrikanischen Wildwiederkäuern unterschieden werden konnten (HOFMANN 1973).

Bei nahezu allen Zotten finden sich zwei kräftige Randarterien, von denen radiär zur Zottenkante gerichtete Kapillaren ausgehen (Abb. 15). Diese verlaufen in sehr dünnen bindegewebsarmen Mikropapillen (Abb. 16/h). Zwischen beiden Arteriolen, entlang den Zottenbreitseiten, sind stets eine größere Zahl von dünnwandigen Venolen angeordnet (Abb. 14, 16), die stärker von Bindegewebe umgeben sind (regelmäßiger Papillarkörper). Anders als von SCHNORR und VOLLMERHAUS (1968) bei Rind und Ziege beschrieben, fehlt eine Zottenzentralarterie selbst bei den blattförmigen, breiten Zotten von REW und ROW. Dagegen können, ähnlich wie bei Tragelaphinen und Giraffen (HOFMANN 1973), an den breiten Zottenbreitseiten zwischen den Venolen auch Kapillaren auftreten (Abb. 16). Unter dem jahreszeitlich wechselnden Einfluß rasch fermentierender Pflanzen kommt es auch bei REW und ROW zu einem extremen adaptiven Umbau dieses Gefäßapparates. Die Venolen der Zottenbreitseite bilden

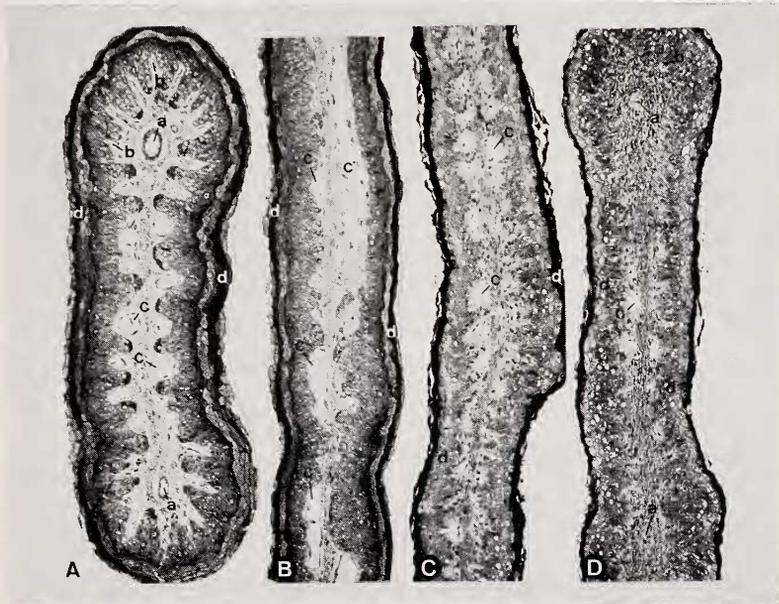


Abb. 14. Pansenzotten im Querschnitt (Semidünnschnitte; Photomikrographien). A = Zotte von der dorsalen Pansenwand eines Rehbocks (Sommeräsung; Vergr. 102  $\times$ ); B = Zotte aus dem ventralen Blindsack eines Rehbocks (Sommeräsung; Vergr. 86  $\times$ ); C = breite Zotte, Mittelteil, aus dem Atrium ruminis eines Alttieres (Winteräsung; Vergr. 86  $\times$ ); D = schmale Zotte aus dem Atrium ruminis eines Alttieres (Winteräsung; Vergr. 86  $\times$ ); a = Randarteriolen; b = Randkapillaren; c = Resorptionsvenolen; c' = sinusoidale Venole; d = Barrierenschicht des Epithels

dann riesige, sinusoidale Bluträume und verursachen eine starke Asymmetrie dieser Zotten (Abb. 16/B). Das diesen Bindegewebs- und Gefäßapparat bedeckende, resorptionsfähige Epithel ist in jahreszeitlich wechselnder Stärke verhornt. Jede der klassischen Epithelschichten besteht nur aus einer Zelle; die senkrecht zur Basalmembran orientierten Basalzellen bilden Epithel-Zapfen und kurze Leisten, die mit den gefäßhaltigen Bindegewebspapillen alternieren. Dadurch wird die effektive Dicke des Epithels um mehr als die Hälfte verringert. Zwischen den Randkapillaren sind die Epithelzapfen besonders dünn (Abb. 15). Die Basalzellen mit ihren weiten Inter-

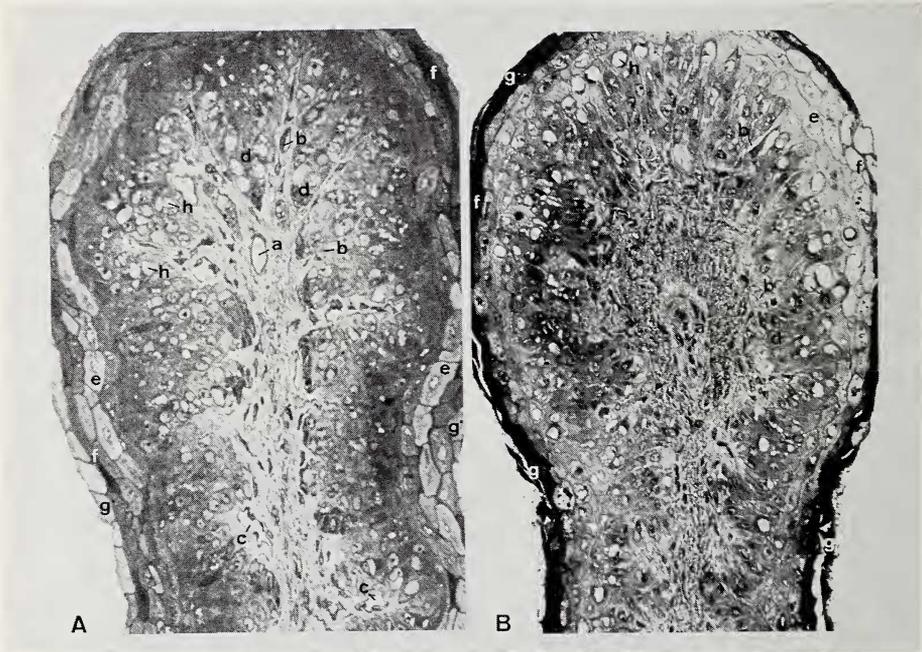


Abb. 15. Randgebiet von Pansenzotten im Querschnitt (Semidünnschnitte; Photomikrographien). A = aus dem dorsalen Blindsack eines Rehbocks (Vergr. 215 $\times$ ); B = aus dem Atrium ruminis eines Alttieres (Vergr. 215 $\times$ ); a = Randarteriole; b = Randkapillaren; c = Resorptionsvenolen; d = Epithelzapfen des Stratum basale; e = Str. granulosum (1. Quellung); f = Barrierenschicht; g = Str. corneum; g' = Ballonzellen (2. Quellung); h = paranukleäre Vesikel

zellularräumen sind außerdem radiär auf die dünnwandigen Venolen ausgerichtet. Bereits im Stratum granulosum, wo die erste Quellung nach HAUSER (1929) fast regelmäßig beobachtet werden kann, sind die Zellen querorientiert (Abb. 16/A). Das Stratum corneum zeigt tierartliche und jahreszeitliche Unterschiede. Bei beiden Arten ist die Zottenkante durch Hornschuppen stets stärker geschützt als die Zottenspreite, wo besonders beim ROW unter einem Regime natürlicher Winterärsung mehrere Lagen flacher Hornschuppen (ohne zweite Quellung) festzustellen sind (Abb. 15/B, 16/A). In der Sommerärsungsperiode sind beim ROW meist, beim REW regelmäßig große Ballonzellen (oft aufgeplatzt) als oberflächliche Zelle anzutreffen (Abb. 15/A, 16/B). Die Barrierschicht bei Resorptionszotten mit dieser „parakeratotischen“ Epithelveränderung ist an zahlreichen Stellen so stark attenuiert, daß sie mikroskopisch kaum wahrnehmbar ist.

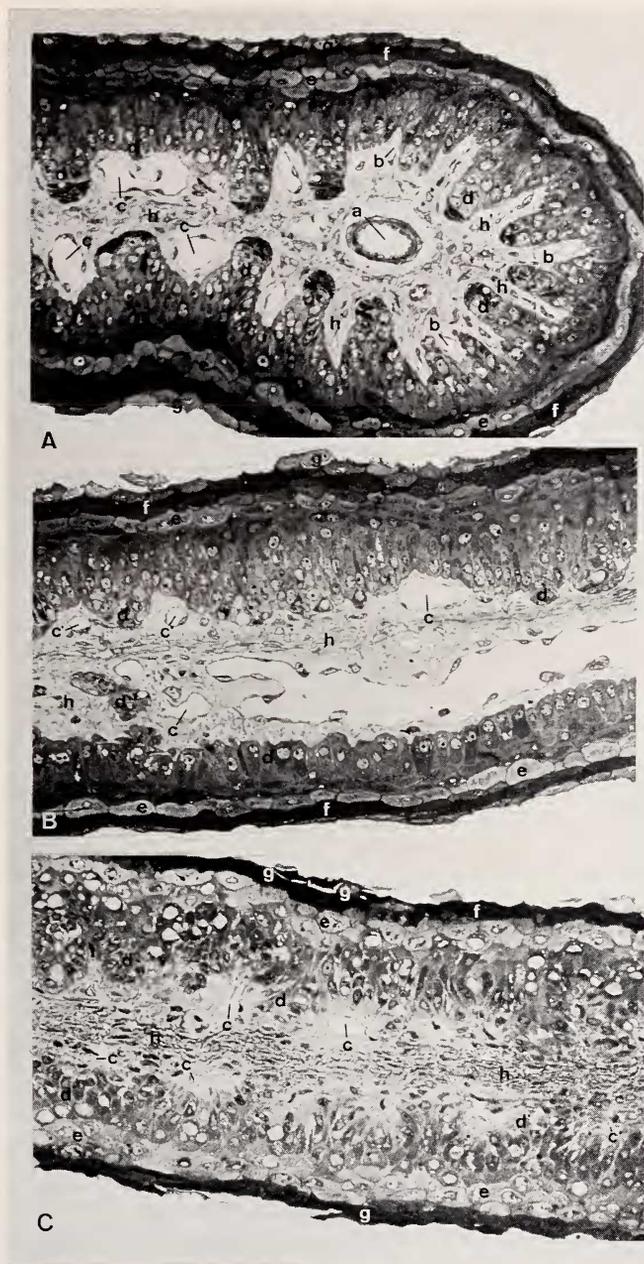


Abb. 16. Resorptionsepithel — Gefäßbeziehungen in Pansenzotten (Semidünnschnitte; Photomikrographien). A = Lateralkante einer Zotte von der dorsalen Pansenwand eines Rehbocks (Vergr. 215 ×); B = Mittelteil (Breitseite) einer Zotte aus dem ventralen Blindsack eines Rehbocks (Vergr. 215 ×); C = Mittelteil (Breitseite) einer Zotte aus dem Atrium ruminis eines Alttieres (Vergr. 215 ×); a = Randarteriole; b = Randkapillaren; c = Resorptionsvenolen; c' = Resorptionskapillaren; d = Epithelzapfen des Stratum basale; d' = Str. basale; e = Str. granuloseum; f = Barrierenschicht; g = Str. corneum; g' = Ballonzellen; h = Propria-Bindegewebe; h' = Mikropapillen

#### 4.2. Reticulum

Die niedrigen Leisten des Netzmagens sind bei beiden Arten mit einer kräftigen Muskulatur ausgestattet, die den freien Rand balkenförmig verbreitert. Das Propriabindgewebe sendet dem generell dickeren, mehrschichtigen Epithel lange, fingerförmige Mikropapillen entgegen. Auch im interpapillären Bereich, auf und zwischen den Leisten, ist das Epithel stärker verhornt, zeigt jedoch auch in wechselnder Menge Ballonzellen. Am freien Rand der Leisten und auf den Spitzen der kegelförmigen Papillen sitzen zahlreiche dichte Lagen von Hornschuppen.

#### 4.3. Omasum

Die Schleimhaut des Blättermagens ist beim REW meist um einige Zellagen dicker als beim ROW. Die Verhornung ist beim REW nicht nur auf den krallenförmigen Papillen ausgedehnter als auf den stumpfen Papillen des ROW, auch das interpapilläre Epithel geht beim REW oberflächlich stärker in Hornschuppen über. Beim ROW ist die dünne interpapilläre Schleimhaut häufig von Ballonzellen bzw. aufgeplatzten Hornzellen bedeckt. Das Propriabindgewebe bildet einen Mikropapillarkörper aus, der dem blattförmiger Pansenzotten ähnelt. Die dünnen, oft sehr hohen Epithelzapfen alternieren aber meist mit Kapillaren, weniger häufig mit Venolen, die in schlanken Bindegewebspapillen liegen.

### 5. Diskussion

Die vergleichende Untersuchung der Schleimhaut der Vormägen von zwei der häufigsten Cervidenarten zeigt in allen Einzelheiten, daß in Entsprechung der Befunde bei den ostafrikanischen Wildwiederkäuern mit ähnlich unterschiedlicher Ernährungsweise auch hier nicht mehr undifferenziert von Wiederkäuern schlechthin gesprochen werden kann.

Zahlreiche Einzeluntersuchungen des Ernährungsverhaltens der beiden untersuchten Cervidenarten ergaben, daß das Rehwild dort, wo es ungestört leben kann, in mehreren kürzeren Äsungsperioden (nach KLÖTZLI 1965 sind es 8 – 11) ausgesprochen selektiv eine große Zahl verschiedener Pflanzen aufnimmt, unter denen die leicht verdaulichen, nährstoffreichen Arten bzw. Pflanzenteile überwiegen, die verholzten oder faserreichen dagegen oft fehlen können. Das geht vor allem aus den Angaben von MELICHAR (1954), ESSER (1958), KOLLER (1961), UECKERMANN (1964), SIUDA et al. (1969), DROZDZ und OSIECKI (1973) sowie AL-KITTANI (1973) hervor. Der letztere Autor weist auf den „ersatzweisen“ Strauch- und Baumverbiß (Naturverjüngung!) der Rehe im Winter hin, während sie reines Grasheu verschmähen. Die Arbeiten von BRÜGGEMANN, GIESECKE und WALSER-KÄRST (1963, 1967) sowie Vergleichsuntersuchungen von PRINS und GELEN (1971) charakterisieren die Rehwildverdauung biochemisch durch eine hohe amylolytische Vergärungsrate, das Rotwild dagegen als zellulolytischen Fermentationstyp, während WERTHEIM (1934) schon die geringe Menge von Infusorien im Rehmagen auffiel. Eine umfassende biochemische Differenzierung beider Wildarten wird von U. BRÜGGEMANN (1967) gegeben. Wie noch andauernde Untersuchungen zeigen, wird die hohe Fermentationsrate beim REW durch außergewöhnlich große Speicheldrüsen ergänzt, wie sie ebenfalls für den Ernährungstyp der Konzentratselektierer typisch sind (HOFMANN 1973).

Die makro-anatomischen Merkmale des Rehwildes als Vertreter dieses Ernährungstyps wurden bereits früher dargelegt (HOFMANN und GEIGER 1974). Die vorliegende Untersuchung ergibt, daß dem REW in seinem relativ kleinen Pansen eine große

Resorptionsfläche (nach raschem Proteinabbau) scheinbar gleichmäßig verteilter Zotten zur Verfügung steht. Die Breite der Zotten zeigt im gesamten Pansen keinerlei signifikante Unterschiede. Diese beziehen sich im wesentlichen auf die Zottenlänge, weniger auf die Zahl der Zotten in den verschiedenen Pansenregionen. Auf die Unterschiede dieser Ergebnisse zu den Zottenbefunden von LANGER (1974) wird an anderer Stelle eingegangen (KÖNIG et al., im Druck).

Die rasche Futterpassage, durch häufiges Äsen und intermittierendes Wiederkauen auch im Äsungsverhalten des REW erkennbar, manifestiert sich morphologisch vor allem durch die relativ großen Öffnungen innerhalb der Vormägen bzw. durch das Fehlen von Verzögerungsmechanismen, wie sie beim ROW dagegen deutlich ausgeprägt sind. Die „ursprüngliche“ Form (HOFMANN 1969) des Rehmagens bestätigt sich auch in der geringen Differenzierung des kleinen Blättermagens. Die wenigen, muskelstarken Blätter dieses „Überleitungsorgans“ (Saug- und Druckpumpe) sind ähnlich wie die entsprechender afrikanischer Antilopenarten dicht mit Krallenpapillen besetzt, die die Reusenfunktion des Organs deutlich machen (HOFMANN 1968). Bei den Zahlenangaben über die Blätter im Omasum sollten die funktionellen Gegebenheiten zu Grunde gelegt werden; daraus ergibt sich, daß LANGER (1973) beim Rehwild von drei, beim Rotwild von vier Blattgrößen spricht, während wir die teilweise sehr niedrigen Schleimhautfalten, denen stets das Muskelgewebe fehlt, nicht als Laminae omasi ansehen können.

Das Rehwild verursacht durch sein auch anatomisch eindeutig charakterisiertes Äsungsverhalten als Konzentrat-Selektierer nur bei zu großer Wilddichte Forstschaden (v. a. durch den Verbiß junger Pflanzen und Knospen). Dagegen wirkt sich der größere Bedarf des Rotwildes nach langsam fermentierender Rohfaser dort besonders negativ aus, wo geeignete Äsungspflanzen in ausreichender Menge fehlen. Die Vormägen dieses Herdentieres aus dem Steppenrandgebiet sind ähnlich wie beim Impala (HOFMANN 1973) als Intermediärtyp (Mischäser) mit eindeutiger Tendenz zum Rauhfutterfresser (Grasfresser) anzusprechen.

Differenzierte Angaben zur Äsungszusammensetzung dieser Wildart stammen u. a. von MELICHAR (1954), HÄRTEL et al. (1960), UECKERMANN (1964), DZIEKOLOWSKI (1969), ONDERSCHEKA und KUTZER (1971), aus denen der jahreszeitliche Wechsel in der Äsungszusammensetzung, stets aber auch der hohe Faseranteil in der Mischäsung (meist über 80 %) hervorgeht. Die Bedeutung einer ausgewogenen Mischäsung für das Rotwild geht auch aus den ernährungsphysiologischen Vergleichsuntersuchungen von MALOY, KAY und GOODALL (1970) an Rotwild und Schafen hervor; das Schaf als Grasfresser ist bei gleicher Fütterung deutlich vom Intermediärtyp Rotwild zu unterscheiden.

Der Pansen des Rotwildes nimmt zwischen Reh und Schaf bzw. Rind eine Mittelstellung ein in relativer Kapazität und Unterteilung, wobei die Anlage von drei Blindsäcken als eine Variation zu den der Futterverzögerung im Sinne langsamer zellulolytischer Fermentation dienenden Strukturen angesehen wird, die die echten Hirsche auszeichnet. Die tieferen Haubenzellen (Separationsmechanismus zum Festhalten grober Futterteile) und das größere, blätterreichere Omasum stellen eindeutige morphologische Grundlagen für die vorzugsweise Verdauung von faserreicher Nahrung dar. Die Resorptionsfähigkeit des Blättermagenepithels zeigt sich auch im histologischen Bild.

Darüber hinaus zeigt der Rotwildpansen mit seiner ungleichmäßigen Zottenverteilung (in bezug auf Länge und Breite) primär eine Anpassung an die Schichtung der Pflanzenteile nach längeren Äsungsperioden, wie sie für diesen Äsungstyp und die Grasfresser typisch ist; denn die Schleimhautgebiete mit dem größten OVF liegen in mittlerer Höhe des Organs, während Dorsal- und Ventralregion die charakteristischen Reduktionserscheinungen zeigen. Die hier ähnlich wie beim Impala (Hof-

MANN 1973) beobachteten jahreszeitlich bedingten adaptiven Veränderungen des Zottenbesatzes, deren Extreme histologisch belegt sind, sollen an anderer Stelle ausführlicher besprochen werden.

Für das praktische Problem der Wildzäsung und Wildfütterung ergibt sich aus diesen Ergebnissen, daß eine Gleichsetzung der beiden Wildarten, wie sie u. a. in dem Begriff „Schalenwildeinheit“ erfolgt, den anatomisch-physiologischen wie den genetisch-ethologischen Voraussetzungen zuwiderläuft und einer Korrektur bedarf.

### Zusammenfassung

Nach einer Übersicht der äußeren Merkmale werden die Innenstrukturen der drei Vormägen von 20 Stück Rehwild und 12 Stück Rotwild, insbesondere deren Schleimhaut makroskopisch und mikroskopisch beschrieben. Dabei werden Übereinstimmungen und Entsprechungen mit der Magen-Morphologie der Hauswiederkäuer, insbesondere aber der ostafrikanischen Wildwiederkäuer aufgezeigt, die eine Zuordnung des Rehwildes zum Ernährungstyp der Konzentrat-Selektierer, des Rotwildes zum intermediären Ernährungstyp (Mischäser) mit deutlicher Tendenz zum Grasfresser ergeben. Messungen an der Pansen-schleimhaut, die mit Hilfe statistischer Methoden ausgewertet und abgesichert wurden, belegen die morphologischen Befunde. Auf die biologische Bedeutung dieser Zuordnung für die Futterwahl bzw. die Fütterung dieser weitverbreiteten Wildarten wird hingewiesen.

### Summary

#### *Comparative anatomical investigations of the forestomach mucosa of roe deer (Capreolus capreolus) and red deer (Cervus elaphus)*

A survey of the external anatomical features of the three forestomachs of 20 roe deer and 12 red deer is followed by a macroscopic and microscopic description of the internal stomach structures, especially the mucosa. Similarities and analogies in comparison with the stomach morphology of the domestic ruminants, even more so of the East African game ruminants are shown which allow a classification of roe deer within the feeding types as concentrate selector, of red deer as intermediate type (mixed feeder) with a marked tendency to the grass-eaters. Measurements of the ruminal mucosa which were analysed statistically, support these morphological findings. The biological importance of this classification for the feeding of these widely distributed game species is emphasized.

### Literatur

- AL-KITTANI, M.-M. (1973): Äsungsbiologische Untersuchungen in drei österreichischen Wildrevieren als eine Grundlage für die Ableitung tragbarer Wilddichten. Diss. med. vet., Wien.
- BRÜGGEMANN, U. (1967): Untersuchungen über den Stickstoff-Stoffwechsel im Panseninhalt von Rotwild und Rehwild. Diss. München.
- BRÜGGEMANN, J.; GIESECKE, D.; WALSER-KÄRST, K. (1963): Untersuchungen am Panseninhalt von Reh- und Rotwild. 6th Congr. Int. Union Game Biol., Bournemouth, England.
- (1967): Beiträge zur Wildbiologie und vergleichenden Tierphysiologie. II. Mikroorganismen im Pansen von Rothirsch (*Cervus elaphus*) und Reh (*Capreolus capreolus*). Z. Tierphysiol., Tierernähr. u. Futtermittelkde. 23, 143—151.
- BUBENIK, A. (1959): Grundlagen der Wildernährung. Berlin: Dt. Bauernverlag.
- DROZDZ, A.; OSIECKI A. (1973): Intake and Digestibility of Natural Feeds by Roe-deer. Acta Theriologica 18, 81—91.
- DZIECIOLOWSKI, R. (1969): The Quantity, Quality and Seasonal Variation of Food Resources available to Red Deer in Various Environmental conditions of Forest Management. Warsaw.
- (1970): Foods of the Red Deer as Determined by Rumen Content Analyses. Acta Theriologica 15, 89—110.
- GILL, J.; JACZEWSKI, Z. (1958): Kapazität der verschiedenen Teile des Verdauungsapparates des Rothirsches (*Cervus elaphus* L.). J. Jagdwiss. 4, 168—171.
- HÄRTEL, O.; KENDA, G.; THALER, I. (1960/61): Botanische Untersuchungen des Panseninhaltes vom Rotwild in der Steiermark. Jb. d. Österreich. Arbeitskreises f. Wildtierforsch.

- HAUSER, H. (1929): Über interessante Erscheinungen am Epithel der Wiederkäuervomägen. Vet. Med., Diss. Bern.
- HOFMANN, R. (1968): Comparison of the rumen and omasum structure in East African ruminants in relation to their feeding habits. Symp. Zool. Soc. London 21, 179—194.
- (1969): Zur Topographie und Morphologie des Wiederkäuermagens im Hinblick auf seine Funktion. Berlin und Hamburg: Paul Parey. Zbl. Vet. Med., Beih. 10.
- (1973): The Ruminant Stomach. East African Monographs in Biology. 2. Nairobi: E. A. Lit. Bureau.
- HOFMANN, R.; GEIGER, G. (1974): Zur topographischen und funktionellen Anatomie der Viscera abdominis des Rehes (*Capreolus capreolus* L.). Anat., Histol., Embryol. 3, 63—84.
- ITO, S.; KARNOVSKY, M. J. (1968): Formaldehyde — glutaraldehyde fixatives containing trinitro compounds. J. Cell Biol. 39, 168a—169a.
- KLÖTZLI, F. (1965): Qualität und Quantität der Rehäsung. Bern: Hans Huber.
- KOLLER, D. (1961): Untersuchungen über den Panseninhalt des Rehwildes zum Verbiß- und Schälproblem. St. Hubertus 10/12, 1—12.
- LANGER, P. (1973): Vergleichend-anatomische Untersuchungen am Magen der Artiodactyla (OWEN 1848). II. Untersuchungen am Magen der Tylopoda und Ruminantia. Gegenbaurs Morph. Jb. 119, 633—695.
- (1974): Oberflächenmessungen an der Innenauskleidung des Ruminoreticulums von Rehwild (*Capreolus capreolus*) und Damwild (*Cervus dama*). Z. Säugetierkunde 39, 168—190.
- MALOY, G. M. O.; KAY, R. N. B.; GOODALL, E. D. (1970): Digestion and nitrogen metabolism in sheep and red deer given large or small amounts of water and protein. Br. J. Nutr. 24, 843.
- MARTIN, P.; SCHAUDER, W. (1938): Lehrbuch der Anatomie der Haustiere III. 3. Aufl. Stuttgart: Schickhard u. Ebner.
- MELICHAR, J. (1954): Einige Ergebnisse der Panseninhalte bei Cerviden. Práce vyzkumných ústavu lesnických v CSR, Sv. 7, 79—95.
- ONDERSCHKEA, K.; KUTZER, E. (1971): Neue Gesichtspunkte in der Beurteilung der Rotwildäsung aufgrund von Pansenuntersuchungen. Proc. Wiss. Konf. Jagdausstellung Budapest, Sekt. I.
- PRINS, R. A.; GEELEN, M. J. H. (1971): Rumen characteristics of red deer, fallow deer, and roe deer. J. Wildl. Mgmt. 35, 673—680.
- SCHNORR, B.; VOLLMERHAUS, B. (1968): Das Blutgefäßsystem des Pansens von Rind und Ziege. IV. Mitteilung zur funktionellen Morphologie der Vormägen der Hauswiederkäuer. Zbl. Vet. Med. A, 15, 799—828.
- SCHNORR, B. (1970): Funktionelle Morphologie der Vormägen der Ziege aufgrund histochemischer, elektronenmikroskopischer und gefäßkorrosionsanatomischer Untersuchungen. Habil. Schrift, Gießen.
- SIUDA, A.; ZUROWSKI, W.; SIUDA, H. (1969): The food of the roe deer. Acta Theriologica 14, 18.
- UECKERMANN, E. (1964): Die Fütterung des Schalenwildes. Hamburg und Berlin: Paul Parey.
- WERTHEIM, P. (1934): Über die Beschaffenheit der Infusorienmagenfauna von *Capreolus capreolus* L. Zool. Anz. 106, 67.

Anschriften der Verfasser: Prof. Dr. R. R. HOFMANN und Dr. G. GEIGER, Vet. Anatomisches Institut, D-6300 Gießen, Frankfurter Straße 98; Prof. Dr. R. KÖNIG, Fachbereich Psychologie, D-6300 Gießen, Rathenaustraße 17, Haus F 1.